

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3236789 A1

51 Int. Cl. 3:
F 02 B 29/04
F 02 B 37/00
B 60 K 17/10

21 Aktenzeichen: P 32 36 789.9
22 Anmeldetag: 5. 10. 82
43 Offenlegungstag: 5. 4. 84

DE 3236789 A1

71 Anmelder:
Kickbusch, Ernst, Dipl.-Ing., 8900 Augsburg, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

1 7 MEI 1984

Bibl. Octrooiraad

54 Niederdruck-Dieselmotor mit Rotationsschwinglader.

Es wird ein Niederdruck-Dieselmotor besonders für PKW-Antrieb vorgeschlagen, bei dem die maximalen Verbrennungsdrücke diejenigen von Ottomotoren nicht wesentlich überschreiten und Verbrennungstemperaturen in weiten Bereichen noch unter denen des Otto-Prozesses liegen, so daß bei Verwendung vorhandener Modelle dieser Bauart die Motorleistung ohne höhere Materialbeanspruchung gesteigert werden kann.

Grundlage des Vorschlages bildet die Kombination eines Dieselmotors mit einem Rotationsschwinglader nach dem Europäischen Patent 0012329, wobei die Vorzüge dieser Einrichtung erhalten bleiben: Stark reduzierter Brennstoffbedarf, besonders im Teillastbereich, der idealen Zugkrafthyperbel angenäherte Motorkennlinie, geringe Drehzahl, verringertes Geräusch, weniger toxische Abgase. Verwendung eines Föttinger-Wandlers als alleiniges Getriebe für PKW - auch für Rückwärtsfahrt - möglich.

Zur Erreichung des Erfindungsziels wird das Kompressionsverhältnis gegenüber dem eines Saugmotors nach dem Dieselmotorverfahren soweit gesenkt, daß Zündung des eingespritzten Brennstoffs nicht erfolgen würde und die notwendige Zündtemperatur durch Aufheizen der Ladeluft um den entsprechenden Betrag gesichert.

Diese Aufheizung erfolgt vorzugsweise durch eine Flamme und deren heiße Verbrennungsgase im Ladeluftstrom. Varianten, z. B. Nutzung elektrischer Energie in irgendeiner Form, sind möglich. Die Erfindung ist auch bei 2-Takt-Motoren anwendbar.

Die Aufheizung der Ladeluft wird ...

DE 3236789 A1

Dipl.Ing. Ernst Kickbusch - Eschenhofstr. 46 - 89 Augsburg

Niederdruck-Dieselmotor mit Rotations-schwinglader

Patentansprüche.

1. Verbrennungsmotor nach dem Diesel-Verfahren, dem ein Rotations-schwinglader unter Ausnutzung der Abgasenergie, vorzugsweise als freifahrendes Ladengregger, Ladeluft unter Druck im ganzen Motorarbeitsbereich zuführt, wobei das Kompressionsverhältnis des Motors so weit abgesenkt ist, daß auch unter Berücksichtigung der Kompressionswärme der Ladeluft beim Kompressionshub des Motors die für das Zünden des eingespritzten Kraftstoffs notwendige Temperatur an sich nicht erreicht wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladeluft vor Eintritt in den Arbeitszylinder des Motors zusätzlich aufgeheizt wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufheizung der Ladeluft durch Anordnung einer Wärmequelle im Ladeluftstrom erfolgt.
3. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 u. 2, dad. gek. daß eine verlustarme Beheizung durch direkte Vermischung der Ladeluft mit Feuergasen eines Verbrennungsvorganges erfolgt.
4. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 u. 2, dad. gek. daß eine verlustarme Beheizung durch Anordnung einer durch Elektrizität gespeisten Wärmequelle, Flammenbogen oder Glühleinrichtung, im Ladeluftstrom erfolgt.
5. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dad. gek. daß ein nach dem Stand der Technik ausgebildetes Kontrollorgan vorgesehen ist, welches Zünden und Wirksamkeit der Heizeinrichtung überwacht und regelt.
6. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dad. gek. daß zur Beheizung ein leichter entzündliches Medium, z.B. Propangas, benutzt wird.
7. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dad. gek. daß zur Beheizung dasselbe Medium verwendet wird, welches auch zum Betrieb des Motors dient.

8. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 7, dad. gek. daß die Auslösung der Beheizung mit dem Startvorgang gekoppelt ist, wobei eine Voreilung sowie eine Sicherung bei Versagen der Heizung vorgesehen ist.
9. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 8, als Niederdruck-2-Takt-Dieselmotor, dad. gek. daß beim Start und in den Arbeitsbereichen in denen die Energie der Motorabgase auch bei Zusatzheizung für den Rotationschwinger nicht ausreicht, eine treibende Verbindung zwischen Rotationschwinger und Motor besteht, welche automatisch ausgeschaltet wird, sobald freifahren des Laders möglich ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die als Antrieb in einem hochmotorisierten Fahrzeug, vorzugsweise in einem PKW verwendet wird, dad. gek. daß ihr als Getriebe zwischen Motor und Fahrzeug ein solches mit hydrodynamischem Wandler mit oder ohne Berggang nachgeschaltet ist, wobei der Wandler der Trilok-Bauart entspricht und so ausgelegt ist, daß sein Kupplungspunkt etwa dem höchsten Motordrehmoment entspricht.
11. Einrichtung nach Anspruch 10, dad. gek. daß der Wandler allein das komplette Fahrzeuggetriebe darstellt, bei dem auch der Rückwärtsgang durch Umkehrung der Funktion von Lauf- und Leiträdern integriert ist, während die für den Medienumlauf vorhandenen Zahnradpumpen gleichzeitig als verschleißlose Bremsen eingesetzt werden können.

05.10.68

3236789

Dipl.Ing Ernst Kickbusch , Eschenhofstr. 46 , 89 Augsburg.

3.

Niederdruck - Dieselmotor mit Rotationsschwinglader.

Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor, der nach dem Diesel-Verfahren arbeitet und dem ein Rotationsschwinglader nach dem Europäischen Patent oo 12 329 unter Ausnutzung der Abgasenergie, vorzugsweise als freifahrendes Ladeaggregat, Ladeluft unter Druck im ganzen Motorarbeitsbereich zuführt und bei dem das Kompressionsverhältnis so weit abgesenkt ist, daß auch unter Berücksichtigung der Kompressionswärme der Ladeluft beim Kompressionshub des Motors die für das Zünden des eingespritzten Kraftstoffs notwendige Temperatur mindestens bei ungünstigen Umgebungsbedingungen nicht erreicht wird.

Sieht man von bekannten Zündhilfen ab, so ist zum sicheren Zünden des eingespritzten Kraftstoffs eine Kompressionsendtemperatur um 500° erforderlich.

Das bedingt nach den Gasgesetzen für den normalen Saugmotor ein hohes Verdichtungsverhältnis und entsprechend hohen Druck.

Bei PKW-Motoren, welche ja auch noch auf einer Paßhöhe und bei beträchtlichen Kältegraden sicher anspringen müssen, finden sich Kompressionsverhältnisse von 23 : 1, was einen Kompressionsenddruck um 70 bar ergibt.

Wegen des besseren thermodynamischen Wirkungsgrades wurde das ursprünglich von Diesel vorgesehene Gleichdruckverfahren weitgehend modifiziert, sodaß Verbrennungsdrücke auch über 100 bar eher als normal anzusehen sind.

Diesen Motoren werden dann bei Aufladung durch Abgasturbolader oder Comprex noch weit höhere Spitzendrücke zugemutet, wobei auch 170 bar erreicht oder gar überschritten werden können.

.. 2

Damit diese Motoren den hohen Belastungen standhalten, müssen sie weit schwerer als Ottomotoren gebaut werden. Das höhere Gewicht bedingt einen wesentlich höheren Preis, sodaß sich der im Brennstoffverbrauch weit günstigere Dieselmotor als PKW-Antrieb nur zögernd am Markt durchsetzt. Es gilt die Regel, daß nur wer mehr als 15 000 km/a fährt, zu einer relativen Kostenersparnis kommt.

Diesem unbefriedigenden Entwicklungsstand dadurch abzuhelpen, daß die Spitzendrücke besonders bei Fahrzeugdieselmotoren auf Werte vergleichbar denen des Otto-Prozesses gesenkt werden, ist Zweck der vorgelegten Erfindung.

Hohe Triebwerksgewichte sind besonders bei Flugzeugen unangenehm. Daher sind auf diesem Gebiet starke Kräfte zur Lösung des Problems angesetzt, günstigen Brennstoffverbrauch mit geringem Motorgewicht zu vereinen.

Der Stand der diesbezüglichen Entwicklung kann durch die Versuche der NASA gekennzeichnet werden, für kleinere Flugzeuge sogenannte 2-Takt-Niederdruck-Dieselmotoren zu bauen. Dieses Verfahren ist in der USA-Zeitschrift "Popular Science", Heft April 1982, Seite 103 u. flgde. beschrieben. Grundlage dafür ist offenbar ein weiterentwickeltes Hyperbar-Verfahren, das in seinen Grundlagen in K. Zinner : "Aufladung von Verbrennungsmotoren" - 2. Auflage - 1980 - Springer-Verlag Berlin, im Abschnitt 9.7 erkennbar ist.

Das Verfahren, wie es von der Firma Teledine im Auftrag der NASA entwickelt wurde, ist schematisch in Fig. 1 dargestellt.

Zum Start des Verbrennungsmotors 1 wird das aus Verdichter 2 und Turbine 3 bestehende Aggregat durch den starken Elektromotor 4 angetrieben. Durch das geschaltete Ventil 5 wird bei 6 angesaugte Luft über die Brennkammer 7 der Turbine 3 zugeführt und diese beginnt das Ladeaggregat 2-3 anzutreiben. Bei genügend hoher Drehzahl wird die Ladeluft durch Kompression auf ca 3,7 bar um ca 123° erwärmt.

Jetzt kann der Motor 1 nach Schalten des Ventils 5 mit erwärmter Ladeluft versorgt werden und seine Abgase treiben dann Turbine 3 - auch bei abgeschalteter Brennkammer 7.

Das Kompressionsverhältnis des Motors ist soweit abgesenkt, daß

die Zündtemperatur für den eingespritzten Brennstoff bei einer Ladelufttemperatur von 123° erreicht wird. Das bedeutet bei einem Ladedruck von 3,7 bar Kompressionsenddrücke von ca 55 bar und so wird in der genannten Quelle ein Verbrennungsenddruck von 104 bar auch als "niedrig" bezeichnet, was gegenüber dem gleichfalls angegebenen von 140 bar für marktgängige Dieselmotoren wohl zutrifft.

Es ist übrigens ein in Fig. 1 nicht dargestellter als Luft-Luft-Aggregat ausgebildeter Ladeluftkühler vorgesehen, um im Betrieb nicht durch zu hohe Ladelufttemperaturen die Ladeluftmenge zu verkleinern. Dieses ist sicher notwendig, da es sich um einen Turboverdichter handelt, dessen Pumpgrenze bekanntlich das Verhältnis von Fördermenge und Förderhöhe einschränkt.

Außerdem ist der Wirkungsgrad besonders bei kleineren Einheiten so niedrig, daß die Brennkammer vor allem in Teillastbereichen ständig für Energienachschub sorgen muß.

Für PKW-Motoren, welche durch ihre große Stückzahl nicht nur für die Industrie interessant sind, sondern auch wegen ihrer Umweltbelastung einer besonderen Beachtung bedürfen, ist diese Ausführung bei geringen Leistungen schon aus physikalischen Gründen nicht einsetzbar, aber auch wegen des Aufwandes nicht anzuwenden.

Demgegenüber sollen nach dem Erfindungsvorschlag auch bei diesen Massentriebwerken günstige Ergebnisse erzielt werden. Nicht nur durch einfache Ausführung und übersichtliche Apparatur, sondern auch durch optimales Verhalten in Teillastbereichen - dem Hauptarbeitsfeld der PKW-Triebwerke -, durch eine für Fahrzeuge günstige Charakteristik und niedrige Verbrauchswerte bei wenig umweltbelastendem Abgas.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgesehen, daß bei verringertem Kompressionsverhältnis des Dieselmotors die Ladeluft nicht nur durch die Vorkompression im Laderverdichter - was nur eine Verlagerung bedeuten würde und nicht zur optimalen Drucksenkung im Motor führt -, sondern durch Aufheizung soweit erwärmt wird, daß die Zündtemperatur am Ende des Verdichtungs-hubes des Motors bei wesentlich verringertem Druck erreicht wird, sodaß bei einem geeigneten Einspritzgesetz der maximale Verbrennungsdruck in der Größenordnung des bei Ottomotoren vorkom-

menden bleibt.

Diese Beheizung der Ladeluft erfolgt vorzugsweise verlustfrei durch einen Verbrennungsvorgang im Ladeluftstrom, aber es ist auch eine andere Wärmequelle, z.B. Umsetzung elektrischer Energie, anwendbar.

Ein normales Heizregister mit Wärmeaustausch zur Ladeluft hin, ohne direkte Durchmischung von Heizgasen und Ladeluft, ist schon wegen des Wirkungsgrades dieser Übertragung nicht so günstig und auch materialmäßig aufwendiger. Allerdings könnte man später, wenn der Motor läuft, die aus der Antriebsmaschine des Rotationsschwingladers immer noch mit erheblicher Temperatur abströmenden Motorabgase zur Beheizung benutzen. Dieses würde vielleicht im Teillastbereich und vor allem bei den durch Spülluftbedarf viel anspruchsvolleren 2-Takt-Motoren interessant sein.

Man könnte auch heiße Motorabgase der Ladeluft zu deren Erwärmung beimischen. Diese Mischung könnte direkt im Rotationsschwinglader, wo beide Gase nebeneinander strömen, ohne Aufwand erfolgen.

Am praktischsten ist eine mit der vom Rotationsschwinglader gelieferten Druckluft betriebene Verbrennung des Betriebsstoffes des Dieselmotors.

Allerdings ist es bei dem an sich geringen Anteil der Beheizungsenergie, der im allgemeinen unter 5% liegen wird, auch möglich, ein leichter zündendes Medium, wie z.B. ein Flüssiggas, zur Zusatzheizung zu benutzen.

Gezündet wird die Ladeluftheizung wohl nicht durch eine ständig brennende Pilotflamme, sondern nach dem bewährten Stand der Technik kontrolliert elektrisch, z.B. durch Funkenstrecke oder Flammenbogen. Damit ist auch leicht die Kontrolle zu verbinden, ob die Heizung in Betrieb ist, sowie ihre Drosselung bis zum Abschalten in gewissen Motorarbeitsbereichen.

Bei einem Fahrzeugantrieb, dem vorzugsweisen Anwendungsgebiet der Erfindung, wird diese Zünd- und Kontrolleinrichtung zweckmäßig mit dem Startvorgang des Motors gekoppelt.

Es wird besonders hervorgehoben, daß diese Erfindung ~~xxx~~ unter Beachtung der für den Rotationsschwinglader geltenden Vorschriften sich hervorragend für den Einsatz bei 2-Takt-Dieselmotoren

eignet, da gleichzeitig die erforderliche Spülluft zur Verfügung steht.

Die Vorteile der Erfindung sind vielgestaltig und leicht zu belegen :

Der Ottomotor ist leicht und drehfreudig, also günstig für den Antrieb von Fahrzeugen. Leider ist er wegen des nur in gewissen Grenzen des Luftverhältnisses zündfähigen Arbeitsgemisches dem Dieselmotor in bezug auf den spezifischen Kraftstoffverbrauch grundsätzlich unterlegen, wie dies in Fig. 2 ersichtlich ist.

Außerdem wird sein PV-Diagramm bei Teillast thermodynamisch schlechter, da dabei günstige Diagrammteile abgeschnitten werden.

Beim Dieselmotor ist es gerade umgekehrt. Bei ihm entfallen dabei ungünstige Diagrammteile, sodaß er sich bei Teillast thermodynamisch verbessert.

Wegen des nur in engen Grenzen änderbaren Luftverhältnisses ist die Abgastemperatur beim Ottomotor immer hoch, sodaß viel Energie abströmt. Im Gegensatz dazu ist das Luftverhältnis beim Dieselmotor im Teillastbereich besonders hoch, was nach Fig. 2 zu günstigem Brennstoffverbrauch und zu geringen Abgastemperaturen führt.

Im Stadtverkehr braucht ein mittlerer PKW auf ebener Straße eine Antriebsleistung von ca 5 kW, was bei einem 1,5-l-Motor bei 2000 min^{-1} einen mittleren Effektivdruck p_e von ca 2 bar ergibt.

Diesen 2 bar gegenüber fällt es schon ins Gewicht, daß ein Ottomotor in diesem Bereich stark gedrosselt fahren muß - wohl unter 25% der Ladungsmenge der Vollast - und entsprechend einen negativen mittleren Druck von ca -0,75 bar mitschleppt.

Der aufgeladene Schwingladermotor nach dem Diesolverfahren dagegen erfährt besonders bei Teillast beim Ladungswechsel einen zusätzlichen Schub durch die Differenz des Ladedrucks und der zum Lader abströmenden Motorabgase von mindestens +0,5 bar, über den ganzen Arbeitszyklus gerechnet.

Gegenüber den 2 bar des mittleren Effektivdrucks der benötigten Nutzleistung sind also -0,75 und +0,5 bar sehr erhebliche Beträge, welche den Brennstoffverbrauch im Stadtverkehr bestimmen.

Geringerer Brennstoffverbrauch bedeutet auch weniger toxisches Abgas, bei dem die NO_x -Anteile auch wegen der viel geringeren Temperaturen des Motorarbeitszyklus bei hohem Luftverhältnis

beim vorgeschlagenen Niederdruck-Dieselmotor + Rotationsschwinglader niedrig liegen.

Die Erfindung macht den vorgeschlagenen Niederdruck-Dieselmotor so leicht wie den Ottomotor, behält ihm aber die Vorteile des Diesilverfahrens in Verbindung mit dem Rotationsschwinglader:

Überlegenen spezifischen Brennstoffverbrauch - besonders in dem für PKW-Antriebe so wichtigen Teillastbereich. Hohe Drehmomente auch bei geringen Motordrehzahlen, günstige Luftverhältnisse im ganzen Motorarbeitsbereich. Durch dem Motor angepasste Drehzahl des Rotationsschwingladers ist seine direkte Ankopplung beim Startvorgang des Motors möglich, sodaß ohne zusätzliche Apparatur sofort geheizte Ladeluft zur Verfügung steht, aber auch die Spülluft für einen 2-Takt- Dieselmotor.

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, daß praktisch jedes Modell von Ottomotoren bei Änderung des Zylinderdeckels für dieses Niederdruck-Diesilverfahren benutzt werden könnte: Die Drücke bleiben in den gleichen Grenzen und die Temperaturen werden niedriger. Das wiederum macht eine erhebliche Leistungssteigerung ohne größere Anstrengung des Modells möglich. Zur bequemen Aufnahme z.B. einer Wirbelkammer im Zylinderdeckel können die Ventile kleiner gemacht werden, da der Rotationsschwinglader Strömungsverluste ausgleicht.

Beim Rotationsschwinglader gibt es keine gegenseitige Abhängigkeit von Fördermenge und Förderhöhe und keine Einschränkung wie durch die Pumpgrenze von Turboladern. Es stört ihn wenig, wenn man den Motor mit beheizter Ladeluft auflädt, da die Verkleinerung der Ladeluftmasse durch Erhöhung des Ladedrucks kompensiert werden kann.

Ordnet man die Aufheizung zwischen Laderverdichter und Motor an, so leistet die Erwärmung durch die Ausdehnung der Ladeluft Nutzarbeit. Deshalb ist diese Anordnung günstiger, als die vor Eintritt in den Verdichter, weil dann der Lader ein größeres Volumen bewältigen muß.

Der Stand der Technik stellt Mittel zur Verfügung, um die Beheizung optimal den jeweiligen Bedürfnissen, dem Arbeitsbereich des Motors und den Umgebungsbedingungen, anzupassen. So wird man z.B. beim Start höher aufheizen und später beim erwärmten Motor die

Beheizung zurückfahren und vielleicht so auslegen, daß man in den Hauptarbeitsbereichen darauf verzichten kann. Das ist eine Frage der Abstimmung des Gesamtaggregates, wobei es auch von Bedeutung ist, daß die Beheizung durch direkte Flamme und deren Feuergase wenig aufwendig ist.

Es ist leicht nachzuweisen, daß diese direkte Aufheizung der Ladeluft durch heiße Feuergase keine wesentliche Störung des Luftverhältnisses oder bedeutende Energieverluste verursacht :

Bei einem Luftverhältnis von 2 wird für 1 kg Brennstoff im Motor 28,6 kg Luft benötigt. Um diese Luftmenge um 100° zusätzlich zur Kompressionswärme zu erhitzen, sind 720 kcal erforderlich, also ca 72 g Dieselöl, welche ihrerseits zur Verbrennung 1 kg Luft benötigen, also 3,5% der Arbeitsmenge, sodaß das Luftverhältnis sich auf 1,93 ändert - was zu vernachlässigen wäre!

Die zusätzliche Erwärmung ist auch im Schluckliniendiagramm des Motors zu berücksichtigen; aber da man kaum unter ein Motorkompressionsverhältnis von 7 : 1 gehen wird, um noch einen günstigen thermodynamischen Wirkungsgrad zu behalten, kann mit einer Ladeluftverdichtung von 2,5 bar gerechnet werden, ohne die maximalen Verbrennungsdrücke in einem Ottomotor zu überschreiten, sofern man ein entsprechendes Einspritzgesetz für den aufgeladenen Dieselmotor verwendet. Dieser Ladedruck aber ergibt bei günstigen Umgebungsbedingungen bereits eine genügend hohe Ladelufttemperatur, sodaß eine zusätzliche Heizung im Vollastbetrieb entfallen kann. Damit ändern sich die Motorschlucklinien gegenüber den üblichen Werten nicht im entscheidenden Bereich. Die Verringerung der Durchsatzmenge durch die ~~Aufheizung~~ Aufheizung aber ist ohne Belang im Anfahrbereich und während des Teillastbetriebes, da dort sowieso mit erheblichem Luftverhältnis gefahren wird.

Ein Ausführungsschema des Erfindungsvorschlages sei an Hand der Fig. 3 als Zusammenfassung der bisherigen Beschreibung gegeben.

Der Rotationsschwinglader 8 in Fig. 3 versorgt den in seinem Kompressionsverhältnis zweckmäßig angepaßten Verbrennungsmotor nach dem Diesilverfahren 9 mit Ladeluft. Diese wird durch die Flamme 10 durch direkte Wärmeübertragung und durch Vermischung mit deren Feuergasen beheizt. Eine Zünd- und Kontrollanlage 11

nach dem Stand der Technik steuert diesen Vorgang, wobei die Heizungsintensität je nach den Bedürfnissen sicherer Zündung, und nicht unnötig hoher Temperatur nach Kontrolle etwa über Wärmefühler 12 geregelt wird. Die Flamme 10 wird durch die Brennstoffpumpe 13 gespeist.

14 ist die zeitweilige mögliche treibende Verbindung zwischen Motor und Rotationsschwinglader während des Startvorganges. Dieses ist Stand der Rotationsschwingladertechnik.

Anstelle der Flamme 10 kann auch z.B. eine elektrische Widerstandsheizung oder ein Flammenbogen angeordnet werden.

Möglich ist auch die Beheizung der Ladeluft an der Stelle 10 durch ein nicht dargestelltes Heizregister, welches zum Start fremd beheizt werden muß, während später nach dem Start des Motors die Beheizung des Registers durch Motorabgase erfolgen sollte.

Auch eine direkte Zumischung heißer Motorabgase - nach einem anders eingeleiteten Start des Motors - zur Ladeluft ist ohne zeichnerische Darstellung nach dem Stand der Technik verständlich.

e
Die Vorteile des Niederdruck-Dieselmotors nach der Erfindung, einschließlich der unvergleichlich günstigen Charakteristik, kommen besonders eindrucksvoll zur Geltung, wenn man sie im Zusammenhang mit der Verwendung einer solchen Einrichtung zum Antrieb eines hochmotorisierten Fahrzeuges, z.B. eines PKW, betrachtet. Man kann dann das zwischen Fahrzeug und Motor benötigte Getriebe als Föttinger-Wandler ausbilden. Diesem könnte auch ein sogenannter Berggang nachgeschaltet werden. Es könnte aber auch entsprechend dem Stand der Technik selbstverstärkend sein, wie bei einem Rieseler-Getriebe und sogar den Rückwärtsgang durch Umkehren der Funktion von Lauf- und Leitrad integrieren. Dabei können die für den Umlauf des Betriebsmediums vorhandenen Zahnradpumpen gleichzeitig zum verschleißlosen Bremsen dienen.

Die Verhältnisse werden optimal, wenn dieses Getriebe ein Tri-lok-Wandler ist, dessen Kupplungspunkt dem maximalen Motordrehmoment möglichst gut entspricht.

3236789

Fig. 1

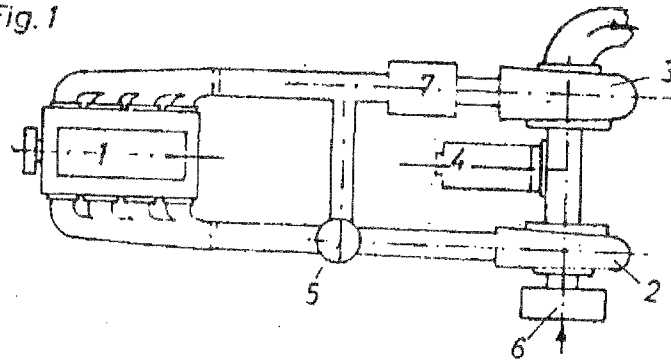


Fig. 2

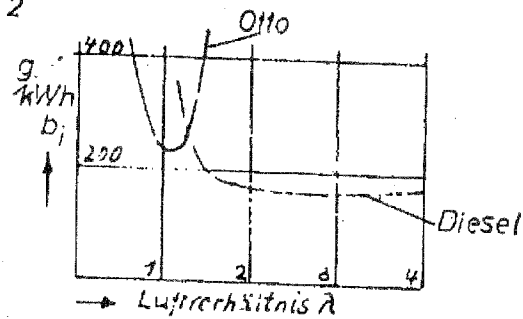
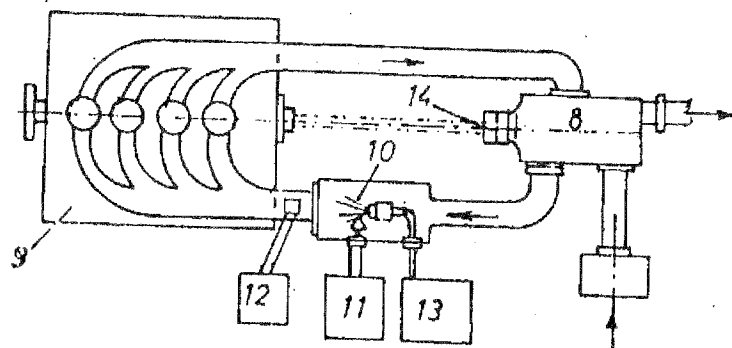


Fig. 3



Dipl.-Ing. Ernst Kickbusch - Eschenhofstr. 46-89 Augsburg
 Niederdruck-Dieselmotor mit Rotationschwinglader.